

Moises Capsule: an alternative transportation exploiting ocean currents

Sebastian Caba Gajardo

Estudiante Universidad de Santiago de Chile, cabasebastian@gmail.com

Abstract. The South American territory of Chile is characterized by its narrowness and length totaling more than 6435 kilometers of coastline. Ground transportation along this strip of land is mostly done by a monopoly road, with conspicuous absence of railway alternatives to the north. Therefore, the use of these land routes increases both private and social costs. Tolls, deteriorating pavement folders, traffic jams, and carbon footprint are some costs incurred in land transport. However, parallel to the country, along the coasts the Humboldt Current flows, which due to its regularity can serve as a conveyor belt. Considering this natural way, the project proposes to send goods left over in the south to the north where they are in deficit. Indeed, even when the speed of the current is slow, scheduled shipments water and other forestry and agricultural goods to the north can be an attractive solution. This non-motorized transport northward implies three challenges: 1) characterizing the Humboldt Current with its spatio-temporal variability, 2) automated devices for channeling ships and 3) materiality of the vessels that once made transport, they themselves can be used for other purposes.

Keys words: transport, alternative, ocean current, natural belt, automated ships.

1.- Problema

La extensión de las costas chilenas alcanza los 6435 kilómetros en el continente sudamericano. Esto sumado a lo angosto del territorio da cuenta de que las distancias entre ciudades en sentido longitudinal del país son relativamente extensas. Así, el transporte de bienes desde y hacia cada una de los lugares de oferta y demanda implica un alto costo principalmente por la energía requerida.

En cuanto al transporte terrestre, Chile se caracteriza por el monopolio rodoviario desde Santiago hacia el norte con la Ruta 5 Norte como principal vía y un notable déficit de ferrovías como alternativa. Esto implica sobrecargar los caminos con el consiguiente pago de peajes y aumento de la huella de carbono [1] [2].

A modo de ejemplo, el envío de una encomienda de Ancud a Iquique de 50 Kg de peso y 1 m³ de volumen en tiempo

regular de tres días hábiles, cuesta aproximadamente mil dólares. Es decir, el recorrido de 2,600 Km desde la latitud sur 18,5° hasta la latitud 41,7°; tiene para las encomiendas de tamaño discreto, dicho precio.

El transporte aéreo, que también utiliza combustibles derivados del petróleo para hacer funcionar grandes motores de combustión, que al igual que en el transporte terrestre, presentan altos costos de funcionamiento, mantención y ambientales, pero a un nivel mucho mayor.

Finalmente, el sistema marítimo que en la actualidad funciona también con motores de combustión, tiene la ventaja de que las rutas existentes son libres, no hay problemas de tráfico en alta mar en situaciones normales. Pero este al igual que el transporte terrestre y aéreo, no está exento de altos consumos de energía, especialmente desde combustibles fósiles.

2.- Objetivos

Este trabajo busca diseñar a nivel conceptual, una tipo de transporte aprovechando las corrientes oceánicas de las costas chilenas con el uso de una nave tipo cápsula mínimamente tripulada y no motorizada.

Este objetivo general se segmenta en los siguientes objetivos específicos:

- Identificar bienes demandables septentrionalmente que puedan ser ofrecidos en sectores australes.
- Caracterizar el régimen de corrientes marinas a lo largo de Chile Sudamericano.
- Desplegar diversas maneras de transporte en dirección norte a través de corrientes marinas.
- Diseñar un artefacto contenedor que posea cualidades adecuadas para el transporte de bienes.
- Configurar el sistema de transporte usando las corrientes marinas.

3.- Estado del Arte

- La escasez de energía

En Chile existen principalmente tres vías de transporte: aéreo, terrestre y marítimo. De éstas, el transporte de bienes y pasajeros a nivel nacional se realiza comercialmente por vía terrestre en camiones y buses para todo el territorio nacional y por vía férrea para parte del sur. Por otro lado, la vía marítima (embarcaciones) se utiliza para exportación e importación de la gran industria. Finalmente la vía aérea (aviones) se utiliza para el transporte de pasajeros de manera comercial y para envío de servicios postales y encomiendas. A excepción del ferrocarril de limitada cobertura, todos los medios recién descritos dependen de la quema de combustibles para mover los motores que impulsan los vehículos.

Para encarar esta desventaja, existe una variante energética de transporte terrestre

de vehículos híbridos, que son vehículos de propulsión alternativa combinando un motor movido por energía eléctrica proveniente de baterías y un motor de combustión interna. El motor eléctrico se carga gracias a la energía “despilfarrada” de las aceleraciones y frenados. Este motor combinado con el motor de gasolina, es una alternativa al empleo de vehículos únicamente propulsados por energía fósil procedente de fuentes no renovables. Gracias al empleo de tecnología híbrida se consiguen reducciones de consumo de hasta el 80% en ciudad y 40% en carretera, en comparación entre vehículos híbridos y convencionales de similares prestaciones [3].

Sin embargo los vehículos híbridos sólo han tenido lugar para el transporte de pasajeros a nivel personal-familiar a excepción de vehículos presentados en la Expo 2005 Aichi (Japón) que se utilizaron para transportar en minibuses híbridos a los visitantes de la Expo en su interior.

- La imaginación y la realidad

El Nautilus fue un submarino de ficción ideado por el escritor Julio Verne. Aparece en sus novelas Veinte mil leguas de Viaje Submarino y La Isla Misteriosa. Dicho submarino de ficción según la novela fue encargado por piezas a diferentes fábricas y astilleros de todo el mundo para no levantar sospechas, y serían ensambladas todas ellas por los propios empleados de su capitán Nemo y por la futura tripulación en una isla del Pacífico.

Su motor era propulsado por electricidad producida por baterías de una amalgama de sodio-mercurio (el sodio era extraído del agua de mar). La sala de máquinas ocupaba la parte final del submarino, siendo aireada con frecuencia debido a las emanaciones de sodio [4].

La idea de Julio Verne no parece descabellada, pero nunca fue llevada a cabo por su discutible base científica y sus

posibles altas concentraciones de gases contaminantes.

Otro medio de transporte más tradicional es el transporte de embarcaciones, donde el único avance con precedentes de eficiencia energética fue un barco transoceánico que utiliza energía solar como ayuda en su propulsión, salió del puerto de Kobe, en Japón, el 19 de diciembre del 2008. Cuenta con 328 paneles solares en la cubierta con una potencia total de 40KWp. La energía eléctrica generada por los módulos cubrirá el 0,3% de la propulsión y un 7% de la usada en los servicios auxiliares. El Auriga Leader constituye un proyecto conjunto de la naviera Nippon Yusen K.K. y la petrolera Nippon Oil Corp. y en su primer viaje transporta vehículos de Toyota, otra empresa nipona que aspira a producir un vehículo solar [5].

Las razones del fracaso de medidas como esta son visibles debido a la baja eficiencia de los paneles solares y a los agentes económicos que invertían en ella, como compañías petroleras navieras y automotrices, cuyos intereses no estarán alejados de suponer dependencia de sus propios servicios.

En el año 1916 se lanza el Deutschland, un sumergible mercante civil utilizado en principio como forzador del bloqueo a que estaba sometida Alemania durante la I Guerra Mundial. Su cometido fue realizar viajes a Estados Unidos (en aquellos momentos no beligerante) con carga para ser intercambiada por materiales estratégicos con destino a su maquinaria bélica. El Deutschland fracasó debido a diferentes factores: Francia y Gran Bretaña protestaron contra el uso de submarinos como buques mercantes, argumentando que no podían ser detenidos e inspeccionados de la misma manera que otros buques de carga. Por otro lado un accidente en su segundo viaje, llevando una carga de 10 millones de dólares, incluyendo joyas, títulos y productos medicinales, zarpó hacia el puerto de New London, Connecticut. El 16

de noviembre de 1916, debido a una falsa maniobra chocó con el remolcador T.A. Scott, Jr, al que volcó; el incidente se saldó con la muerte de varios tripulantes del remolcador.[6]

- El aire, otro fluido

Por vía aérea lo más innovador de lo que se tenga registro es el retorno de los dirigibles, desde el accidente del Hindenburg acabó con los vuelos transoceánicos de grandes dirigibles hace muchas décadas. Desde entonces, pocos dirigibles nuevos se han construido y, desde luego, a casi nadie se le volvió a ocurrir utilizar hidrógeno, sino que helio. Los nuevos materiales, además de los sistemas de control computarizados y los diseños innovadores prometen una nueva edad de oro para los dirigibles. Como ejemplo, un botón: el Millenium Airship, un planeado dinosaurio del aire, capaz de transportar muchas toneladas de material, exactamente igual que un gran buque mercante [7].

Desde la publicación de dicha noticia en Septiembre del 2005, no ha habido mayor información al respecto más que repeticiones de los mismos tópicos donde se indicaba interés

- La Historia

Como vestigios históricos, a nivel bíblico tenemos que un pasaje del Antiguo Testamento dice lo siguiente: “Las corrientes marinas llevan con mucha seguridad a los fenicios, que viajaban a la India y le traían al rey Salomón cada tres años, oro, plata, marfil, monos y pavos reales [8]. Barnett, del British Museum de Londres, y Hus admiten que los fenicios se aprovisionaban de marfil en la India [9].

Por otro lado una tesis del viaje impulsado por corrientes marinas del noruego Tor Heyerdahl, quien indicó que a bordo de una embarcación que denominó Kon-Tiki, logró atravesar el Pacífico, partiendo el 28 de abril de 1947 del puerto del Callao (Perú), para

arribar el 7 de agosto del mismo año a un atolón de Roraia, del archipiélago Tuamotu, en Polinesia, ratificando, de esta manera, la posibilidad de este tipo de travesía utilizando las corrientes del Pacífico [10].

Sin ir más lejos, el Museo Arqueológico de La Serena, en Chile, exhibe una canoa indígena del sur de Chile mostrada en la Figura 1. Ella fue rescatada en la época contemporánea desde las costas de la región de Coquimbo. Esta canoa fue arrastrada a lo largo del país en dirección al norte por la corriente de Humboldt.



Figura 1: Canoa exhibida en el museo arqueológico de La Serena.

- Para bien y para mal

Otro antecedente más actual es el que ocurre entre Brasil y Paraguay en el río Paraná en zonas aledañas al Puente de la Amistad. El Puente de la Amistad fue construido sobre la carretera BR-277 (antigua BR-35) sobre el río Paraná y comunica a las ciudades de Foz do Iguaçu, Brasil y Ciudad del Este, Paraguay. Esta última basa su economía en el desarrollo de su Zona Franca en la triple frontera con Brasil y Argentina. Es la tercera mayor zona de libre comercio del mundo, después de Miami y Hong Kong, la que también es una de las zonas de tráfico de bienes más grandes y a la vista del mundo, donde la compra de artículos electrónicos en Ciudad del Este por parte de los traficantes, quienes esquivan el paso por aduanas lanzando pallets con sus mercancías envueltos en

rollos de film plástico transparente desde un lado de Paraguay del Río Paraná, donde la corriente del río más abajo la lleva al lado contrario dejando las mercancías cerca de quienes lo reciben en Brasil [11] [12].

- Patentes

La búsqueda de patentes o estudios científicos previos al respecto sobre el uso de corrientes marinas u oceánicas para transporte en bases de datos de patentes como Esp@cenet, EPO y publicaciones científicas como Scirus, no arrojaron resultados que se apronten a este artículo al buscar combinaciones de Key Words ni títulos semejantes en inglés.

4.- Método

Para alcanzar el primer objetivo específico que pretende identificar bienes potencialmente demandados septentrionalmente que puedan ser ofrecidos australmente; se examinarán los diagnósticos regionales, particularmente aquellos que hacen referencia a los aspectos silvoagropecuarios.

Para alcanzar el segundo objetivo específico, caracterizar el régimen de corrientes marinas a lo largo de Chile Sudamericano, se utilizarán como base algunos estudios privados realizados para el gobierno, específicamente al Servicio de Evaluación Ambiental en las condiciones presentadas frente al puerto de San Antonio.

Para alcanzar el tercer objetivo específico, ese que pretende desplegar diversas maneras de transporte en dirección norte a través de corrientes marinas, se analizarán modelos intrínsecos considerando algunas situaciones presentadas en el Estado de Arte. Finalmente se hará una combinación heurística en base a ideas potenciales.

Para alcanzar el cuarto objetivo específico, diseñar una cápsula con cualidades aptas para transportar los bienes, se hará un

diseño práctico basado en principios elementales de hidrodinámica.

Finalmente, el quinto objetivo específico, configurar el sistema de transporte usando las corrientes marinas, se alcanzará a través de una integración sistemática.

5.- Resultados

- Etapa 1

Para identificar los bienes potencialmente demandados septentrionalmente que pueden ser ofrecidos australmente, se recurre a lo que tradicionalmente se conoce como la caracterización ecosistémica. Se observa que el desarrollo de la agricultura en dichos lugares ha sido nada más que el propio esfuerzo humano que desde antes de la colonización española se realizaba en pequeños oasis y dando un abasto limitado para la potencialmente creciente población. Una notable característica es la aridez del norte que impide cultivar vegetales cuya demanda de agua es alta [13].

Ante esta heterogeneidad ecosistémica, desde el sur se ofrecen potencialmente: trigo, cebada, papas, cebollas y frutas de estación.

En cuanto a ganadería, el norte de Chile carece de carnes debido a que el forraje para alimentar animales es tan escaso como los vegetales, así como leche y huevos son un área poco explotada debido a las desfavorables condiciones climáticas y a la cada vez más presente sequía. [14]

Así con esto se puede abastecer al norte de lo siguiente: carne (todo sus tipos), leche, huevos y lana

Las mercancías transportadas deben cumplir un cierto estándar de conservación para que el traslado a bajas temperaturas (relativas a la profundidad del mar), lleguen en óptimas condiciones. De este modo se puede entender que a excepción del uso de

preservantes, muchos de estos bienes no pueden ser considerados factibles de transportar.

Por otro lado, los elementos manufacturados del sur pueden ser transportados siempre que no sean un peligro para la carga o que puedan dañar el elemento diseñado para su transporte.

El acuerdo entre clientes y proveedores debe realizarse sobre alguna plataforma y bases de dato accesible para cualquier persona a lo largo del país y que fácilmente pueda ser puesta de forma libre en internet.

- Etapa 2

Para caracterizar a nivel preliminar el régimen de corrientes marinas, se utilizan como base estudios realizados en zonas portuarias del territorio nacional.

Como se observa en la Figura 2 a modo esquemático, la corriente de Humboldt afecta al continente desde aproximadamente Chiloé, hasta la línea del Ecuador, escurriendo de manera paralela a gran parte de las costas chilenas.

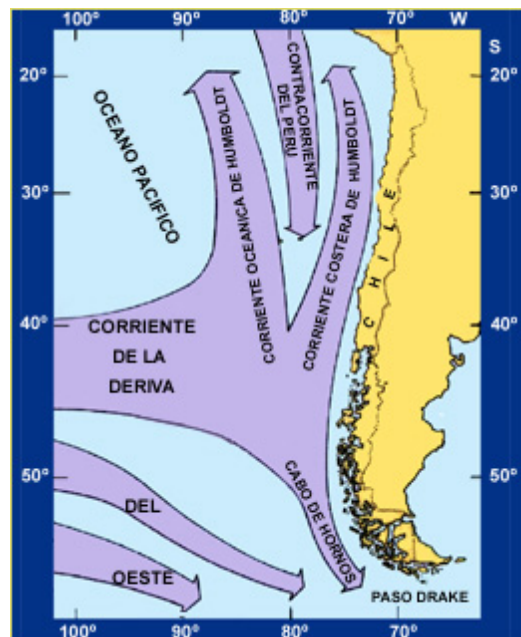


Figura 2: Corrientes marítimas alrededor de Chile Sudamericano.

La corriente de Humboldt es una corriente que frente a las costas chilenas [Figura 2] tiene un movimiento ascendente, es decir, de Sur a Norte. Tiene velocidades de 0,44 nudos (equivalente a 0,23 m/s o 0,83 Km/h) en corriente superficial. Por otro lado el estudio de aguas profundas bajo 100 metros entrega velocidades de 7,3 metros en 10,5 segundos (equivalente a 0,69 m/s o 2,48 Km/h), todos estos respaldados en estudios privados para el Servicio de Evaluación Ambiental del Gobierno de Chile por SEMAR Ltda. y GEOMAR Ltda. en el año 2001 realizados en las costas del puerto de San Antonio. [15].

En base a estos antecedentes, es que es posible determinar que la mejor posición de ruta para transportar aprovechando la corriente es bajo los 100 metros de profundidad.

Cabe destacar que la corriente de Humboldt posee dos brazos, la corriente oceánica de Humboldt, que se encuentra plenamente dentro del océano y la corriente costera de Humboldt. Entre estos dos brazos de la corriente, existe una contracorriente llamada Contracorriente oceánica de Humboldt o también llamada contracorriente del Perú (de Norte a Sur). Esta puede perturbar el envío de naves no tripuladas al norte y perderlas mar adentro. Por lo tanto, lo ideal sería que el envío de bienes se realice en la corriente costera de Humboldt de la forma más estabilizada posible [16].

Las medidas obtenidas de los estudios son razonables para seguir adelante de acuerdo a las distancias geográficas que se pretende cubrir.

- Etapa 3

Para desplegar diversas maneras de transporte en dirección norte a través de corrientes marinas observaremos las siguientes:

La primera manera de transporte más elemental consistiría en simplemente lanzar

los bienes o mercancías al mar a una distancia separada del continente que se las llevara. Como debe recorrer grandes distancias, se corre el riesgo de pérdida de todo o parte de la carga, así como se desconoce el destino que puedan tener.

Otra alternativa tal como se mencionó en el Estado del Arte respecto del tráfico en el caso del Río Paraná, es aquella que utiliza nada más que una “envoltura” de la mercancía. Sin embargo esto sólo sería un medio homeostático para la calidad del bien transportado y no aseguraría su arribo a destino.

La tercera alternativa barajable, estaría planteada en la base de aplicar a la mercancía un elemento rastreador satelital, lo que permitiría saber la ubicación en el océano de los bienes. Sin embargo sigue siendo un elemento en contra el hecho de no saber qué dirección sigue la carga, estando a la deriva.

La cuarta alternativa suple falencias de las anteriores. Ella consiste en la utilización de una cápsula para transportar los bienes con capacidades dinámicas para el aprovechamiento de la corriente, elementos estabilizadores y sensores para no perderse de ruta, así como elementos de rastreo satelital. Esta alternativa se considera como la más favorable ya que tiene capacidades de disminuir los riesgos de las anteriores. El diseño en sí se verá en los siguientes párrafos.

- Etapa 4

El diseño de un artefacto contenedor es contrario a los clásicos de hidrodinámica donde se evita el roce al concebir un vehículo cuyo objetivo ha sido ser dinámico con el fluido en el que se desplaza. Así, en este caso debe ser un diseño de un vehículo cuya forma ofrezca una resistencia al paso de la corriente y pueda aprovechar el flujo que esta ofrece para fluir dentro del océano a velocidades lo más parecidas a la corriente. Con esto más elementos como

aspas para ofrecer resistencia al empuje de la corriente, elementos sensores y estabilizadores automatizados es que el diseño toma una forma aproximadamente como la de una cápsula, como se muestra en la Figura 3.

VISTA PERFIL CÁPSULA MOISÉS

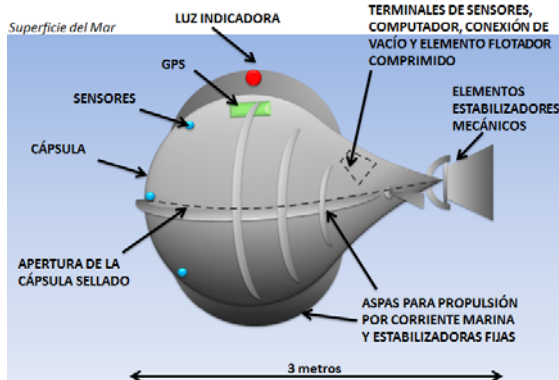


Figura 3: Perfil Cápsula Moisés.

Debido a que existen perturbaciones en el océano es que fueron incluidos elementos estabilizadores mecánicos, cuyo objetivo es ubicar la cápsula en la dirección y sentido correcto para aprovechar el curso de la corriente mediante el uso de sensores integrados en la misma cápsula.

El diseño computarizado autónomo permite a la cápsula tomar decisiones por sí sola ante cualquier situación adversa, como perder el equilibrio del eje horizontal o vertical, acercarse o alejarse de la superficie de acuerdo a lo que sea más óptimo para el desplazamiento o salir a la superficie en caso de cualquier desperfecto con elementos flotadores que sean inflados con tanques de oxígeno comprimido.

Para su rastreo e identificación, la cápsula debería poseer un GPS y una alarma luminosa para su identificación visual.

Todos los elementos electrónicos son de bajo consumo, los que funcionarían con baterías de litio, cuya autonomía debiera ser suficiente para permitir su funcionamiento ininterrumpido durante al menos tres meses.

El material de la cápsula Moisés debe ser de Kevlar® o poliparafenileno tereftalamida, una poliamida sintetizada por primera vez en 1965 por la química Stephanie Kwolek, quien trabajaba para DuPont. La ligereza y la resistencia a la rotura excepcional de estas poliaramidas hacen que sean empleadas en neumáticos, velas náuticas o en chalecos antibalas. [17]

Para la correcta inmersión de la cápsula en el océano y para la óptima conservación de los elementos transportados es que esta podrá ser sellada, incorporando una válvula para conexión y sellado al vacío.

El desplazamiento de la cápsula viene dado por el curso de la corriente y los elementos estabilizadores como se indica en la siguiente Figura 4.

VISTA SUPERIOR CÁPSULA MOISÉS

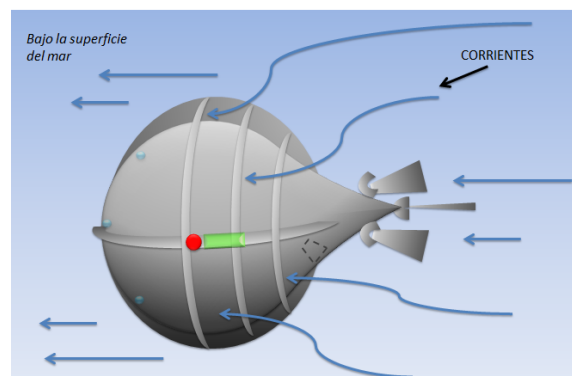


Figura 4: Vista superior Cápsula Moisés y comportamiento del curso de la corriente.

- Etapa 5

Como se muestra en la Figura 5, de acuerdo a la curva de la corriente, el trabajo de remolques marítimos para arrastre, están marcadas en rojo y el trayecto en que circula Moisés debido a la corriente marina está marcado en azul. Cabe considerar que las distancias están distorsionadas y solo tienen un fin ilustrativo.

Una vez dejados en la corriente de Humboldt son liberados para recorrer la corriente submarina hasta su destino, donde

la cápsula deberá ser rescatada por embarcaciones menores, que las llevarán nuevamente a puerto.

Los tramos para llevar las cápsulas hasta las corrientes son relativamente cortas, de modo que el ejemplo presentado a continuación no incluye los tiempos de las embarcaciones tutores.

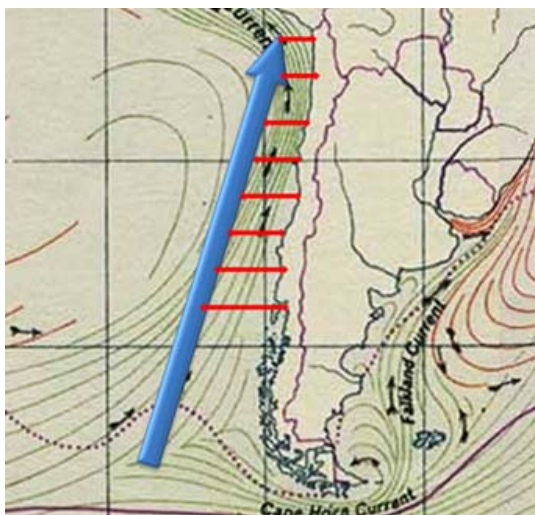


Figura 5: Modelo Logístico

Ejemplo Óptimo:

Transporte desde puerto de Valparaíso a puerto de Arica: 2015 Km

Velocidad de corriente en Cápsula: 2,49 Km/h

Tiempo de viaje: 809,23 horas = 33 Días, 17 horas.

Ejemplo 2:

Transporte desde puerto de Valparaíso a puerto de Arica: 2015 Km

Velocidad de corriente en Cápsula: 0,828 Km/h

Tiempo de viaje: 2433,57 horas = 101 Días 9 horas.

CÁPSULA MOISÉS ARRASTRADA MAR ADENTRO O RESCATADA

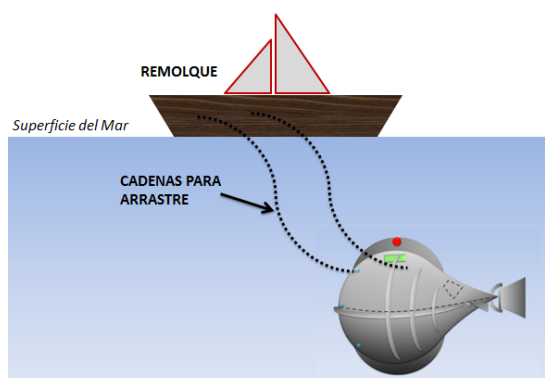


Figura 6: Cápsula remolcada mar adentro.

CÁPSULA MOISÉS PREPARADA PARA RESCATE



Figura 7: Cápsula Moisés preparada para rescate con elemento flotador activado.

En las Figuras 6 y 7 se puede observar el procedimiento para encausar la cápsula en el régimen de la corriente y como hace esta de forma automatizada para salir a superficie cuando llega a destino.

La velocidad de las corrientes debe ser estudiada en profundidad con sondas en diferentes épocas del año con fin de obtener una muestra de las velocidades que tendremos de acuerdo al calendario. Actualmente los estudios de velocidad de la corriente de Humboldt son bastante escasos.

Por otra parte las temperaturas del océano pacífico poseen variaciones entre los 5°C y los 20°C en superficie, dependiendo de si latitud, entre Febrero y Agosto, lo que permite tener dentro de la cápsula temperaturas mucho menores, lo que es de gran utilidad para la conservación de alimentos [18].

Debido al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) incorporado en la cápsula, el trayecto es controlado tanto por los emisores, los receptores de la carga, así como por los puertos con apoyo tutor en el trayecto entre los puntos anteriores, pues en caso de algún desvío se pueda tener un apoyo guía para reubicar la capsula en su ruta.

El retorno de la Cápsula Moisés a regiones sureñas de Chile ocurriría mediante transporte terrestre si estas naves fuesen ligeras y plegables. Idealmente se considera que las naves no regresen, siendo utilizadas en otros sistemas productivos en el norte. Ante ello la materialidad biodegradable u otra cualidad valiosa de la cápsula resulta relevante

6.- Conclusiones Generales

El presente proyecto tiene su génesis en tres situaciones. La primera es la heterogeneidad longitudinal de Chile Sudamericano, donde existe una asimetría en la oferta y demanda de ciertos bienes, particularmente los agropecuarios. La segunda es la escasez de energía para transportar bienes a lo largo de la esbeltez del territorio nacional. Finalmente, manteniendo una visión ecosistémica en su más amplio sentido, se visualiza a la corriente de Humboldt como una vía atractiva de investigar en cuanto a la rentabilidad que ella tendría para transportar bienes desde el sur hacia el norte a través de naves mínimamente tripuladas y no motorizadas.

Es más, una explotación masiva de la corriente de Humboldt como correa transportadora natural contribuiría a la logística nacional, la cual siempre está requiriendo mayores eficiencias [19]. De hecho, esta misma idea puede ser asimilada en otros lugares del mundo donde las corrientes oceánicas son más veloces y estables,

Sin embargo, para concretar esta iniciativa, ella requiere reducir incertidumbre respecto a tres variables: caracterización espacio-temporal de la corriente de Humboldt, concepción de dispositivos estabilizadores de ruta en las naves de bajo consumo energético y selección de un material de las naves que sean aprovechables en el norte del país.

Finalmente, se espera cualquier aporte para ampliar la investigación de este artículo y/o para llevarlo a cabo con fines de una ayuda y un aporte de innovación para el país.

Referencias

- [1] Precio inestable de los combustibles - América Economía
<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/precio-inestable-de-los-combustibles-el-mayor-desafio-de-las-lineas-aereas>
- [2] Gases contaminantes producto de la combustión de motores - Biodisol
<http://www.biodisol.com/medio-ambiente/tipos-de-gases-producidos-en-la-combustion-y-sus-consecuencias-energias-renovables-contaminantes-medio-ambiente-efecto-invernadero/>
- [3] Vehículo Híbrido – Wikipedia:
http://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_h%C3%ADbrido_el%C3%A9ctrico
- [4] Submarino Nautilus – Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Submarino_Nautilus
- [5] Barco Solar - EcologíaBlog
<http://www.ecologiablog.com/post/199/barco-solar-%C2%BFtransporte-maritimo-ecologico>
- [6] Submarino Deutschland – Wikipedia
[http://es.wikipedia.org/wiki/Submarino_Deutschland_\(1916\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Submarino_Deutschland_(1916))
- [7] El Retorno de los Dirigibles – Alpoma

<http://www.alpoma.net/tecob/?p=35>

[8] Antiguo Testamento (1 Reyes 10,21)

[9] Antecedentes Históricos de uso de Corrientes Marinas - Blog
<http://globalizacionprehistorica2.blogspot.com>

[10] Periodos Culturales Indígenas, Teoría Tor Heyerdahl
http://www.salonhogar.net/Salones/Historia/4-6/Periodos_culturales_indigenas/Indice.htm

[11] Puente de la Amistad – Brasil Paraguay – Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Puente_Internacional_de_la_Amistad

[12] Ciudad del Este - Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_del_Este#Econom.C3.ADa

[13] Agricultura en el Norte de Chile - Kalipedia
http://cl.kalipedia.com/historia-chile/tema/europeos-en-america/agricultores-norte.html?x=20080605klphishch_10.Kes&ap=3

[14] Sequía en Chile - Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Sequ%C3%ADa_en_Chile_de_2010-2011

[15] Velocidades corriente y aguas profundas – Servicio de Evaluación Ambiental, Gobierno de Chile.
http://seia.sea.gob.cl/archivos/ANEXO_2.B_ESTUDIO_DE_CORRIENTES_MARINAS.pdf

[16] corrientes de Humboldt y contracorrientes
http://www.biologiamarina.uach.cl/jgarces/Papers/Corrientes_Marinas_Masas_de_Agua.pdf

[17] Kevlar – Información del Material y Propiedades – Wikipedia
<http://es.wikipedia.org/wiki/Kevlar>

[18] Atlas Oceanográfico. SHOA, 1994 - Temperaturas promedio del océano Pacífico en el mes de febrero-agosto.

[19] Chile y su lugar en la logística, Ranking mundial – Revista Estrategia
http://www.estrategia.cl/especiales/2011/Esp_Logistica_Bodegaje_13-04.pdf

Autor principal

Sebastián Caba Gajardo es alumno de tercer año de la carrera de Tecnólogo en Automatización Industrial de la Universidad de Santiago de Chile. El presente proyecto es una idea original de Caba plateada por él en la asignatura de Formulación y Evaluación de Proyectos Tecnológicos.

Paper Info

Fecha de recepción: 2013.
Fecha de aceptación: 2013.
Cantidad de revisores: 3.
Cantidad de revisiones consolidadas: 1.
Total de observaciones: 12.
Índice de Novedad: 0,93.
Índice de Utilidad: 0,95.